

1. Кантор Л.И., Скочило Д.Б., Мичурин А.И., Пинчук С.В. Анализ состояния водопроводных сетей и мероприятия по улучшению их работы // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – 2001. – №5, ч.2. – С.29-31.

2. Примин О.Г., Орлов В.А. Оценка и прогноз технического состояния трубопроводов // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – 2006. – №1, ч.1. – С.25-28.

3. Храменков С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления трубопроводов. – М.: Прима - Пресс - М, 2002. – 179 с.

4. Агапчев В.И., Виноградов Д.А., Мартяшова В.А., Пермяков Н.Г. Состояние и перспективы бестраншейного метода восстановления систем водоснабжения и водоотведения // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – 2003. – №12. – С.17-19.

5. Гончаренко Д.Ф., Вевелер Х. Состояние трубопроводов водоснабжения и основные технологии их ремонта // Науковий вісник будівництва. Вип.47. – Харків: ХДТУБА, ХОТВ АБУ, 2008. – С.54-61.

6. Shlicht, H. Instandhaltung von Wasser-verteilungsanlagen // Jahresmagazine. – 2006. – №12. – S.16-21.

7. Böhm, A. Betrieb, Instandhaltung und Erneuerung des Wasserrohrnetzes. – Essen: Vulkan-Verlag, 1993. – 65 s.

Получено 04.02.2009

УДК 691.58 : 668.3

Л.Н.ШУТЕНКО, д-р техн. наук, М.С.ЗОЛОТОВ, канд. техн. наук,
Р.Б.ТКАЧЕНКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

УСТАЛОСТНАЯ ПРОЧНОСТЬ КЛЕЕВОЙ АНКЕРОВКИ АРМАТУРНЫХ СТЕРЖНЕЙ КЛАССА А500С

Приводятся результаты экспериментов по определению усталостной прочности клеевой анкеровки в бетон арматурных стержней класса А500С при многократно повторяющихся выдергивающих усилиях с заданными значениями частоты циклов нагружения и коэффициента его асимметрии.

В связи с применением в строительстве нового сортамента арматурной стали по ДСТУ 3760:2006 «Прокат арматурный для железобетонных конструкций» [1] были проведены исследования [2-4], которые показали преимущества арматуры класса А500С перед арматурой класса А-III. Они проявляются в следующих показателях: более высокая пластичность; исключение хрупких разрушений сварных соединений; высокие предел текучести и расчетное сопротивление. Все это позволяет получать до 20% экономии стали в железобетонных конструкциях. В связи с более низкой стоимостью производства цена арматуры класса А500С не превышает цены арматуры класса А-III при значительно более высоких прочностных показателях.

В связи с широким применением указанного класса арматуры в строительстве нами были выполнены экспериментальные исследования по определению прочности анкеровки стержней класса А500С в

бетон акриловыми клеями различных составов [5-8] при воздействии на соединение кратковременной и длительно действующих нагрузок.

В связи с использованием указанной арматуры в железобетонных конструкциях, подверженных динамическим воздействиям, были проведены экспериментальные исследования усталостной прочности клеевой анкеровки арматурных стержней класса А500С.

Исследованиям железобетонных конструкций и арматуры, подвергнутых многократно повторяющимся нагрузкам (МПН), посвящены работы В.С.Шмуклера, С.М.Скоробогатова, П.М.Коваля, В.В.Дегтярева, А.Л.Корчинского, И.А.Матарова [9-14]. В результате приложения МПН конструкции, как и собственно арматура, разрушаются при напряжениях, которые ниже не только временного сопротивления, но и ниже границы текучести, в случае если нагружение повторяется достаточное количество циклов. Из этого следует, что для данного минимального σ_{\min} или максимального σ_{\max} напряжения увеличение напряжений приводит к уменьшению числа циклов нагружений, необходимых для разрушения образца арматуры. Вместе с этим для данного минимального или максимального напряжения, очевидно, существует величина напряжений, при которой нагружение может быть приложено неограниченное число раз, не вызывая при этом разрушения. Как показали исследования, любое число повторяющихся нагружений с σ_{\max} , меньшим значения прочности, не меняет структуру материала и не снижает его временного сопротивления [11].

Анализ результатов экспериментов прочности клеевой анкеровки арматурных стержней класса А500С показал, что факторы, влияющие на усталостную прочность анкерного соединения с использованием арматурного проката в конструкции, можно разделить на три основные группы:

1. Зависящие от состава клея, глубины заделки арматурного стержня и расстояния от анкера до края конструкции.
2. Зависящие от особенностей самой арматуры: технология изготовления; конструкция арматуры (геометрия профиля); химический состав; механические характеристики; диаметр проката (масштабный фактор).
3. Связанные с характером работы конструкции: на изгиб; на центральное сжатие или растяжение; на внецентренное сжатие или растяжение и др.

В связи с вышеизложенным предлагается методика исследования усталостной прочности образцов анкерного соединения с использованием арматурного проката А500С.

Для проведения эксперимента было изготовлено четыре партии образцов. Каждая партия состояла из пяти образцов анкерного соединения. Образец анкерного соединения состоял из бетонного куба и арматурного стержня класса А500С. Для заделки стержней применялся акриловый клей обычных составов и модифицированный, с повышенной адгезионной и когезионной прочностью. Отверждение клея происходило при температуре среды 15-18 °С в течение не менее 10 суток. Глубина заделки анкеров определялась по [1-5] и составляла соответственно при $l_{анк} = 17,5d_s = 280$ мм в случае использования модифицированных акриловых клеев и $l_{анк} = 22,5d_s = 360$ мм – при использовании клеев обычных составов.

В виде образцов для исследования длительной прочности были использованы арматурные стержни диаметром 16 мм класса А500С по ДСТУ 3760:2006.

Испытания по определению усталостной прочности анкерного соединения на акриловых клеях с использованием арматурного проката класса А500С выполняли на пульсаторе ЦДМ-Пу 100. Схема испытаний анкерных соединений динамической нагрузкой приведена на рисунке. Максимальное напряжение на нагруженном конце заделанной части анкера было равным $\sigma_{max} = 300$ МПа, минимальное – $\sigma_{min} = 150$ МПа, а коэффициент асимметрии цикла $f = 0,5$. Выдергивающие усилия при этом соответственно были равны $P_{max} = 60$ кН и $P_{min} = 39$ кН. Испытания проводили при частоте приложения нагрузки $\omega = 420$ и 250 циклов/мин., наиболее часто встречаемых при эксплуатации железобетонных конструкций.

Первое нагружение образца МПН проводили до 330 циклов, после чего образец загружали полным циклом ступенчато с дальнейшей выдержкой на каждой ступени нагружения. Образцы анкерных соединений нагружали от 0 до 20 кН с последующей выдержкой и снятием показаний относительных деформаций и контролем нагружения. Дальнейшее нагружение от 20 до 40 кН и от 40 до 60 кН. После этого продолжалось нагружение образца МПН до 500 циклов, после чего вновь выполняли ступенчатое нагружение образца полным циклом нагружения от 0 до σ_{max} с измерением деформаций. Такие испытания образца проводили с шагом 500 циклов и статическим нагружением ступенчато до достижения базового числа циклов прикладывания МПН ($2 \cdot 10^6$), после чего увеличивали число циклов МПН доводя не менее $6 \cdot 10^6$.

Результаты испытаний приведены в табл.1, 2. Анализ этих резуль-

татов показал, что разрушения указанных соединений не происходило. Очевидно, это объясняется тем, что акриловый клей, имея более низкий модуль упругости, оказывает демпфирующее сопротивление колебательному движению.

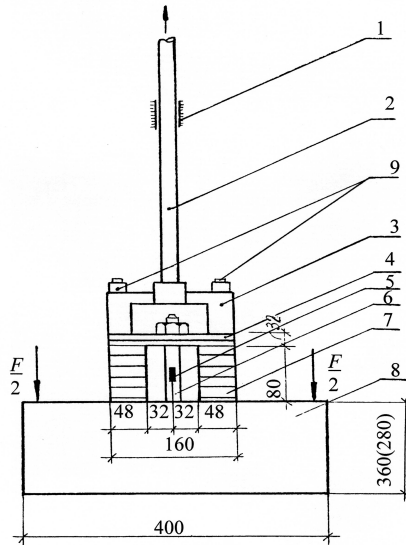


Схема испытаний клеевых соединений динамической нагрузкой:
1 – захват прессы; 2 – стальная тяга; 3 – серьга; 4 – промежуточная пластина; 5 – тензорезисторы, 6 – анкер из арматуры класса А500С; 7 – подкладки; 8 – бетонный образец; 9 – стяжные болты.

Таблица 1 – Результаты исследования усталостной прочности анкерного соединения на модифицированном акриловом клее

№ серии	$l_{\text{анк}}$	\varnothing стержня А500С	Частота приложения нагрузки, ω , цикл/ мин (Гц)	Число циклов МПН, n	Напряжения цикла, МПа			Коэффициент асимметрии цикла $\rho = \sigma_{\min} / \sigma_{\max}$
					σ_{\max}	σ_{\min}	$\Delta\sigma$	
1	$22,5 d_s$ (36 см)	16	420 (7)	$6,253 \cdot 10^6$	300	150	150	0,5
2				$6,4 \cdot 10^6$				
3				$6,158 \cdot 10^6$				
4				$6,39 \cdot 10^6$				
5				$6,398 \cdot 10^6$				
1	$22,5 d_s$ (36 см)	16	250 (4,2)	$6,208 \cdot 10^6$	300	150	150	0,5
2				$6,37 \cdot 10^6$				
3				$6,478 \cdot 10^6$				
4				$6,353 \cdot 10^6$				
5				$6,152 \cdot 10^6$				

Таблица 2 – Результаты исследования усталостной прочности анкерного соединения на обычном акриловом клее

№ серии	$l_{анк}$	Ø стержня А500С	Частота приложения нагрузки, ω , цикл/мин (Гц)	Число циклов МПН, n	Напряжения цикла, МПа			Коэффициент асимметрии цикла $\rho = \sigma_{min} / \sigma_{max}$
					σ_{max}	σ_{min}	$\Delta\sigma$	
1	17,5 d_s (28 см)	16	420 (7)	6,23·10 ⁶	300	150	150	0,5
2				6,28·10 ⁶				
3				6,18·10 ⁶				
4				6,26·10 ⁶				
5				6,37·10 ⁶				
1	17,5 d_s (28 см)	16	250 (4,2)	6,208·10 ⁶	300	150	150	0,5
2				6,37·10 ⁶				
3				6,178·10 ⁶				
4				6,353·10 ⁶				
5				6,552·10 ⁶				

На основании полученных данных можно сделать вывод, что при глубинах заделки $l_{анк} = 17,5d_s$, используя акриловый клей модифицированного состава, как и при глубинах заделки $l_{анк} = 22,5d_s$, используя обычный акриловый клей, без добавок, разрушение образцов соединения не происходило. В дальнейших экспериментах необходимо проверить влияние толщины клеевого слоя различных коэффициентов асимметрии цикла МПН, а также влияние модуля упругости акрилового клея.

1.ДСТУ 3760:2006. Прокат арматурный для залізобетонних конструкцій. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – 28 с.

2.Семечкин А., Семченков А., Мадатян С., Тихонов И. Применение арматурной стали класса А500С в строительстве жилых домов из монолитного железобетона // [http://www.gvozdik.ru/analit/3100.html](http://www.gvozдик.ru/analit/3100.html).

3.Румянцева З. Арматура нового класса // <http://www.niizb.ru>.

4.Стеблов А., Дуброва И., Ленартович Д. Строительная арматура – применение и тенденции развития // <http://www.AIS.by>.

5.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Гарбуз А.О., Ткаченко Р.Б. Усиление сцепления арматуры с бетоном // Материалы II междунар. науч.-техн. интернет-конференции «Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства». – Харьков, 2007. – С.127-130.

6.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Ткаченко Р.Б. Зависимость глубины заделки арматурных стержней класса А500С от прочности акрилового клея // Коммунальное хозяйство городов.: Науч.-техн. сб. Вып.79. – К.: Техніка, 2007. – С.36-45.

7.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Ткаченко Р.Б. Прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями. // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.16. Ч.2. – Рівне, 2008. – С.410-417.

8.Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Ткаченко Р.Б. Длительная прочность анкеровки арматуры класса А500С акриловыми клеями // Науковий вісник будівництва. – Харків: ХДТУБА ХОТВ АБУ, 2008. – С.110-114.

9.Шмуклер В.С., Климов Ю.А., Бурак Н.П. Каркасные системы облегченного типа. – Харьков: Золотые страницы, 2008. – 336 с.

10.Скоробогатов С.М. Основы теории расчета выносливости стержневой арматуры железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1976. – 108 с.

11.Коваль П.М., Баб'як І.П. Дослідження витривалості зразків арматури класу А500С // Діагностика, довговічність та реконструкція мостів і будівельних конструкцій. Вип.7. – Львів: Каменяр, 2005. – С.38-41.

12.Дегтярев В.В. Изменчивость механических свойств и площади поперечного сечения арматуры класса А500С // Бетон и железобетон. – 2005. – №1. – С.2-7.

13.Корчинский А.Л., Беченева Г.В. Прочность строительных материалов при динамических нагружениях. – М.: Стройиздат, 1966. – 212 с.

14.Матаров И.А. Исследование работы железобетонных изгибаемых элементов под многократно повторяющимися нагрузками // Труды ЦНИИС. Вып.21. – М.: Трансжелдориздат, 1956. – С.11-32.

15.Золотов С.М. Акриловые клея для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: Зб. наук. праць. Вип.59. – К.: НДІБК, 2003. – С.440-447.

Получено 04.02.2009

УДК 693.54 : 022.5

А.А.КАЧУРА, канд. техн. наук, Е.В.КОНДРАЩЕНКО, д-р техн. наук,

Н.Г.КОСТЮК, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Д.А.ГРЕБЕННИКОВ

Московский государственный университет путей сообщения

(Российская Федерация)

УДАРНО-ИМПУЛЬСНЫЙ СПОСОБ ФОРМОВАНИЯ АРМОЦЕМЕНТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Рассматривается разработанный ударно-импульсный способ формования армоцементных изделий, реализуемый посредством усовершенствованных метательных устройств. Изложены требования к исходным материалам, составам, приведены свойства армоцементных бетонов.